

PCT/JP03/10511

20.08.03

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 10 OCT 2003

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に
いる事項と同一であることを証明する。
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 8 月 2 7 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 4 7 4 6 2
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 4 7 4 6 2]

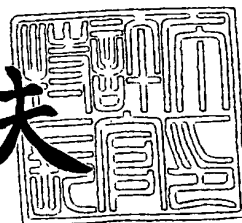
出 願 人 J F E ス チ ール 株 式 会 社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 9 月 2 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 9 1 4 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000203326

【提出日】 平成14年 8月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B21B 39/02

【発明の名称】 圧延鋼帯の製造装置およびその製造方法

【請求項の数】 16

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日本鋼管株式会
社内

【氏名】 小林 正樹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日本鋼管株式会
社内

【氏名】 青江 信一郎

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日本鋼管株式会
社内

【氏名】 林 宏優

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日本鋼管株式会
社内

【氏名】 湯浅 大二郎

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日本鋼管株式会
社内

【氏名】 富山 政治

【特許出願人】

【識別番号】 000004123

【氏名又は名称】 日本鋼管株式会社

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9718255

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 圧延鋼帯の製造装置およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 熱間圧延機により圧延し製造される熱延鋼帯をランナウトテーブル上を通板させる圧延鋼帯の製造装置において、

前記ランナウトテーブルの長手方向にそって所要の配置形態により配置される 1 個以上の噴射装置を備え、

この噴射装置は、前記ランナウトテーブル上の安定通板中の熱延鋼帯上に落下することなく当該熱延鋼帯の存在領域上空及び熱延鋼帯幅方向側端部上空を通過し、熱延鋼帯の未存在領域上空に通るような略水平の流体噴流を噴射し、通板中に前記熱延鋼帯に不安定現象が発生したとき当該不安定現象を抑制・解消することを特徴とする圧延鋼帯の製造装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の圧延鋼帯の製造装置において、

前記複数の噴射装置を配置する場合、千鳥状、対称および直線の何れか一つ、もしくはそれらのうち幾つかを組み合わせた形態で配置することを特徴とする圧延鋼帯の製造装置。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の圧延鋼帯の製造装置において、

前記複数の噴射装置を配置する場合、各噴射装置または対称配置される噴射装置から噴射する流体噴流群の最終的な合力方向が前記熱延鋼帯通板方向と略一致するように設定することを特徴とする圧延鋼帯の製造装置。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の圧延鋼帯の製造装置において、

前記ランナウトテーブル幅方向両側に各噴射装置を配置する場合、2 つの噴射装置の配置間隔 d_N は、当該ランナウトテーブルを構成するテーブルロール長さを d_T とすると、

$$0 \leq d_N \leq d_T + \delta T \quad (\delta T: \text{構造制約から生ずる余分長さ})$$

なる関係を満たすように配置することを特徴とする圧延鋼帯の製造装置。

【請求項 5】 請求項 1 に記載の圧延鋼帯の製造装置において、

前記ランナウトテーブル長手方向に配置される前記噴射装置相互の配置間隔を

l_N とすると、 $0 \leq l_N \leq L_{F1} + LT$ なる関係を満たすように配置することを特徴とする圧延鋼帯の製造装置。

但し、 L_{F1} は流体噴流が熱延鋼帯通板方向へ略水平で到達する距離であり、 $L_{F1} \leq 20000$ (mm) の範囲とし、 LT はバウンド発生初期から頭折れに至るまでの距離であり、 6000 (mm) $\leq LT \leq 10000$ (mm) の範囲とする。

【請求項6】 請求項1に記載の圧延鋼帯の製造装置において、

前記噴射装置のパスラインからの設置高さ h は、噴射ノズル許容高さを H とすると、 $0 \leq h \leq H$ なる関係を満たすように設定することを特徴とする圧延鋼帯の製造装置。

但し、 H は 50 (mm) $\leq H \leq 450$ (mm) とする。

【請求項7】 請求項1に記載の圧延鋼帯の製造装置において、

前記噴射装置の噴射向きは、熱延鋼帯通板方向からの角度 α は、 $5^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$ の範囲、また噴射ノズル高さの水平面からの角度 β は、 $-10^\circ \leq \beta \leq +10^\circ$ の範囲に設定することを特徴とする圧延鋼帯の製造装置。

【請求項8】 請求項1に記載の圧延鋼帯の製造装置において、

前記噴射装置から熱延鋼帯通板方向の速度成分の大きさが最小の場合であっても前記熱延鋼帯の通板速度以上であり、かつ、その断面形状は連続棒状（円形断面）になるような流体噴流であることを特徴とする圧延鋼帯の製造装置。

【請求項9】 請求項1に記載の圧延鋼帯の製造装置において、

前記噴射装置から噴射される流体噴流の衝突力 F （ベクトル）のうち、熱延鋼帯の通板方向成分（推進力） F_n が $|F_n$ （ベクトル） ≤ 50 (kgf) を満たすように設定することを特徴とする圧延鋼帯の製造装置。

【請求項10】 熱間圧延機により圧延し製造される熱延鋼帯をランナウトテーブル上を通板させる圧延鋼帯の製造方法において、

前記ランナウトテーブル上の安定通板中の熱延鋼帯上に落下することなく当該熱延鋼帯の存在領域上空から熱延鋼帯幅方向側端部上空を通過し、熱延鋼帯の未存在領域上空に到達するような略水平の流体噴流を噴射し、通板中に前記熱延鋼帯に不安定現象が発生したとき当該不安定現象を抑制・解消することを特徴とす

る圧延鋼帯の製造方法。

【請求項 11】 請求項 10 に記載の圧延鋼帯の製造方法において、

前記ランナウトテーブル長手方向に配置される前記噴射装置相互の配置間隔を l_N とすると、 $0 \leq l_N \leq L_{F1} + LT$ なる関係を満たすようにすることを特徴とする圧延鋼帯の製造装置。

但し、 L_{F1} は流体噴流が熱延鋼帯通板方向へ略水平で到達する距離であり、 $L_{F1} \leq 20000$ (mm) の範囲とし、 LT はバウンド発生初期から頭折れに至るまでの距離であり、 6000 (mm) $\leq LT \leq 10000$ (mm) の範囲とする。

【請求項 12】 請求項 10 に記載の圧延鋼帯の製造方法において、

千鳥状または対称に配置された複数の噴射装置から噴射する流体噴流群の最終的な合力方向が前記熱延鋼帯通板方向と略一致するように設定することを特徴とする圧延鋼帯の製造方法。

【請求項 13】 請求項 10 に記載の圧延鋼帯の製造方法において、

前記流体噴流のパスラインからの噴射高さ h は、ノズル許容高さを H とすると、 $0 \leq h \leq H$ なる関係を満たすように設定することを特徴とする圧延鋼帯の製造方法。

但し、 H は 50 (mm) $\leq H \leq 450$ (mm) とする。

【請求項 14】 請求項 10 に記載の圧延鋼帯の製造方法において、

前記流体噴流の噴射向きは、熱延鋼帯通板方向からの角度 α は、 $5^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$ の範囲、また前記噴射ノズル高さの水平面からの角度 β は、 $-10^\circ \leq \beta \leq +10^\circ$ 範囲に設定することを特徴とする圧延鋼帯の製造方法。

【請求項 15】 請求項 10 に記載の圧延鋼帯の製造方法において、

前記流体噴流の熱延鋼帯通板方向の速度成分の大きさが最小の場合であっても前記熱延鋼帯の通板速度以上であり、かつ、その断面形状は連続棒状（円形断面）になるような流体噴流とすることを特徴とする圧延鋼帯の製造方法。

【請求項 16】 請求項 10 に記載の圧延鋼帯の製造方法において、

前記流体噴流の衝突力 F （ベクトル）のうち、熱延鋼帯の通板方向成分（推進力） F_d が $|F_d| \leq 50$ (kgf) を満たすように設定することを

特徴とする圧延鋼帯の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、熱間圧延ラインにより圧延し製造される熱延鋼帯がランナウトテーブル上を安定に通板させる圧延鋼帯の製造装置及びその製造方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

一般に、熱間圧延ラインにおいては、熱間圧延機群で圧延し製造される板厚の薄い熱延鋼帯をランナウトテーブル上を通板させつつコイラーにより巻き取るようになっている。

【0 0 0 3】

このような熱間圧延ラインでは、熱延鋼帯先端部が複数のテーブルロールからなるランナウトテーブル 5 0 上を通過する際、熱延鋼帯は張力のない非定常的な不安定な状態で通板しているので、図 2 0 (a) に示すように先端部が浮き上がるバウンド 5 1 が発生し、最終的には同図 (b) のごとく手前に折れ曲がる頭折れ 5 2 が発生する。

【0 0 0 4】

また、同じく熱延鋼帯がランナウトテーブル 5 0 上を通過する際、テーブル下流側熱延鋼帯の通板速度がテーブル上流側熱延鋼帯の通板速度よりも遅くなったとき、同図 (c) に示すように熱延鋼帯が波打つループ 5 3 が発生し、その後、最終的には手前に折れ曲がる腰折れ 5 4 が発生する（同図 (d) 参照）。

【0 0 0 5】

以上のように通板中に熱延鋼帯に不安定現象が発生する理由は、熱延鋼帯が無張力状態で不安定な状態で通板することの他、ユーザの要求により益々板厚の薄い熱延鋼帯を製造する必要から発生するものである。しかも、このような不安定現象の発生は確率的なものであり、いつ、どの個所で発生するのか、その特定は非常に難しい。

【0 0 0 6】

ところで、通板中の熱延鋼帯にバウンド51や頭折れ52が発生すると、熱延鋼帯先端部がコイラー手前のピンチロール間に進入できず、コイラーによる熱延鋼帯の巻取りが不可能な状態となるばかりか、またバウンド51、頭折れ52の部分がぶつかる衝撃によりピンチロール、コイラーを含む周辺の構成部材を破損する可能性もある。また、コイラーにより熱延鋼帯の巻取りが行えたとしても、次の処理工程において頭折れ52の部分を切断除去する処理が必要となり、製品の歩留まり、直行率が悪くなり、生産性が著しく低下する。

【0007】

また、通板中の熱延鋼帯にループ53や腰折れ54が発生した場合、熱延鋼帯長手方向における当該熱延鋼帯への冷却水の供給が一様でなくなることから、熱延鋼帯の品質にむらが生じる。その結果、前述の頭折れ52と同様に品質にむらが生じ、つまり腰折れ54部分を切断除去しなければならず、製品の歩留まり、直行率が悪くなり、生産性が著しく低下する。

【0008】

そこで、熱延鋼帯製造メーカーにおいては、通板中の熱延鋼帯の不安定現象を如何に安定な状態で通板させるかの対策が急がれており、熱延鋼帯の生産性、品質を高める観点からも最重要課題の1つと考えられている。

【0009】

ここで、最も単純には、ランナウトテーブル50上を通過する熱延鋼帯に不安定現象を発生させない速度で通板させることが考えられるが、熱延鋼帯の生産性、品質の観点から採用しがたい。

【0010】

そこで、従来、熱延鋼帯の安定通板を確保する観点から、以下のような幾つかの対策技術が提案されている。

【0011】

その1つは、ランナウトテーブル50上を通板する熱延鋼帯先端部にノズルから気体、液体等の水平流または斜向流を吹き付け、熱延鋼帯の浮き上がりを押し付けることにより、バウンド51や頭折れ52などの発生を回避する技術である（従来技術1：特公昭52-30137号公報）。

【0012】

他の1つは、ランナウトテーブル50の上流側上部に液体を噴射する複数のスプレー装置が設置され、各スプレー装置から斜め方向に向けて熱延鋼帯の上面に直接液体噴流を吹き付け、熱延鋼帯に推進力を作用させることにより、熱延鋼帯先端部のバウンドや熱延鋼帯先端部以外の個所に発生するループを回避しつつ通板させる技術である（従来技術2：特開平10-118709号公報）。

【0013】

さらに、他の1つは、ランナウトテーブル50よりも上流側に鋼帯先端検出センサを設け、このセンサの先端検出信号に基づいてノズルから水平流または 5° 以上 30° 未満の傾斜流を、熱延鋼帯先端のバウンド部分に向けて噴射し、熱延鋼帯先端部のバウンド51から成長する頭折れなどを回避する技術である（従来技術3：特開2001-340911号公報）。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

従って、以上のような従来の対策技術は、何れも流体噴流の噴射の仕方に特徴をもっていると言える。

【0015】

第1の特徴は、流体噴流を熱延鋼帯の対象部、すなわちバウンド51、ループ53に対して直接吹き付ける方法であること。

【0016】

第2の特徴は、ある高さから斜め下方に向けて熱延鋼帯に噴射する方法であること。

【0017】

第3の特徴は、流体噴流の到達存在領域が仕上圧延機出側直近、もしくはランナウトテーブル50上であること等が挙げられる。

【0018】

以上述べた特徴はそれなりにバウンド51、ループ53等の発生を抑制する機能をもっているが、それと同時に解決しなければならない課題も多く抱えているも事実である。

【0 0 1 9】

先ず、第1の特徴であるが、バウンド51、ループ53に流体噴流を直接吹き付けると、その吹き付け流体の運動量の作用、すなわち衝突力によって熱延鋼帯の運動状態が変化するが、当該熱延鋼帯がランナウトテーブル上に存在する連続体であることから、吹き付け対象部周辺の熱延鋼帯の運動状態も必ず変化する。このことは、流体噴流の衝突力そのものの制御が非常に重要であり、的確に制御しないと、バウンド51、ループ53を抑制・解消できないだけでなく、逆にバウンド、ループを成長させるとか、対象周辺部に新たなループが発生してしまう可能性がある。

【0 0 2 0】

しかしながら、従来技術1及び従来技術3には流体噴流の噴射圧力が全く明記されておらず、また従来技術2には通板速度以上の速度の高圧水を噴射することが記載されているが、最も重要である衝突力の大きさそのものが明確でなく、熱延鋼帯に発生するバウンド51、ループ53を適切に抑制・解消する条件、噴射の制御方法も曖昧である。

【0 0 2 1】

また、従来技術2においては、バウンド51、ループ53に付与する噴射時間を制限しているが、噴射時間を的確に制御しないと対象部以外にも流体噴流を吹き付けることになり、前述同様に不安定な通板状態を励起してしまう可能性がある。また、熱延鋼帯に発生するバウンド51、ループ53を検知し追尾しなければならない。その結果、システム全体が複雑な構成となり、またそれに伴う制御系も複雑化し、それらが一体、かつ、的確に動作しないとシステム全体のパフォーマンスが著しく低下する。

【0 0 2 2】

次に、第2の特徴であるが、流体噴流をある高さから斜め下方に噴射すれば、流体噴流は鉛直下向きの速度成分を有するために連続的に下降する。この下降する流体噴流が熱延鋼帯に作用した場合、鉛直下向きの速度成分は熱延鋼帯に対して鉛直下方へ外力を与えることになり、図21(a)のごとく熱延鋼帯先端部を押し下げる結果、熱延鋼帯をランナウトテーブル50の各テーブルロール間に押

し込むように作用し、図 2 1 (a), (b) は別々のケース、すなわち位置による違いを表わしているわけではなく、(a) という現象が起きた結果、(b) の現象が起きるといふ一つの不安定現象の流れを示している。同図 (b) に示すようにテーブルロールによる熱延鋼帯の跳ね上がり 5 5 の原因となることもある。その結果、バウンド 5 1 が発生し、最終的に頭折れ 5 2 に至る原因となる。また、ループ 5 3 の発生から腰折れ 5 4 に至る原因となる場合も同様である。つまり、必要以上に大きな鉛直下方成分の運動量をもつ流体噴流は、不安定現象の解消を目的とするにも拘らず、逆に不安定現象の発生原因となる可能性がある。

【0023】

また、ノズルからの流体噴流が斜め下方に軌跡を描く場合、図 2 2 に示すようにバウンド 5 1 の大きさ、流体噴流とバウンド 5 1 との相対位置の違い等により、そのバウンド 5 1 の抑制・解消の効果が大きく異なる。例えばバウンド 5 1 に作用する流体噴流の位置がバウンド 5 1 の大きく成長する以前の位置である場合、成長するバウンド 5 1 を抑制・解消できる可能性があるが (図 2 2 (a) 参照)、同図 (b) に示すように既にバウンドが大きく成長している場合には、バウンド 5 1 の成長を抑制しきれず、そのまま頭折れ 5 2 に至る可能性が高くなる。つまり、流体噴流と熱延鋼帯の不安定挙動部との相対位置の違いにより、不安定挙動部に対する効果、すなわち不安定現象の抑制・解消への寄与度が大きく変化する問題がある。

【0024】

さらに、第 3 の特徴であるが、流体噴流群の存在領域を例えば図 2 3 (a) に示すように仕上圧延機出側直近に限定する場合、ランナウトテーブル全長にわたって熱延鋼帯を安定に通板させることが可能であるかは疑問である。なぜなら、前述するように熱延鋼帯に発生する不安定現象はランナウトテーブル全長のいずれの個所においても発生する確率は同様に高く、流体噴流の存在領域では不安定現象を抑制・解消できたとしても、存在領域外では抑制・解消できない。このことは、各流体噴流間の関係を表わしている同図 (b) においても然りであり、その存在領域が断続的である場合、同様に存在領域外では当該不安定現象を抑制・解消できない問題がある。

【0025】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、所要の流体噴流の噴射条件のもとに噴射し、熱延鋼帯に対して流体噴流の影響を与えることなく不安定現象の成長を抑制・解消し、熱延鋼帯の安定通板を確保する圧延鋼帯の製造装置およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0026】

【課題を解決するための手段】

(1) 上記課題を解決するために、熱間圧延機により圧延し製造される熱延鋼帯をランナウトテーブル上を通板させる本発明に係わる圧延鋼帯の製造装置は、前記ランナウトテーブルの長手方向にそって所要の配置形態により配置される1個以上の噴射装置を備え、

この噴射装置は、前記ランナウトテーブル上の安定通板中の熱延鋼帯上に落下することなく当該熱延鋼帯の存在領域上空及び熱延鋼帯幅方向側端部上空を通過し、熱延鋼帯の未存在領域上空に通るような略水平の流体噴流を噴射し、通板中に前記熱延鋼帯に不安定現象が発生したとき当該不安定現象を抑制・解消する構成である。

【0027】

この発明は以上のような構成とすることにより、ランナウトテーブル上を通板する熱延鋼帯上空および熱延鋼帯幅方向端部上空を通過して鋼帯未存在領域に届くように略水平の流体噴流を噴射すれば、熱延鋼帯の不安定現象が成長する前に抑制・解消でき、熱延鋼帯の安定通板を確保することが可能である。

【0028】

また、本発明は、いったん噴射装置の動作アルゴリズムを設定してしまえば、複雑な検知・制御系を備える必要がなくなり、また、ランナウトテーブル上を通板する熱延鋼帯上空および熱延鋼帯幅方向端部上空を通過して鋼帯未存在領域に届くように流体噴流を噴射することにより、熱延鋼帯に対して流体噴流の影響を与えることなく、不安定現象の成長を抑制・解消でき、熱延鋼帯の安定通板を確保することが可能である。

【0029】

(2) また、本発明に係わる圧延鋼帯の製造方法は、熱間圧延機により圧延し製造される熱延鋼帯をランナウトテーブル上を通板させる圧延鋼帯の製造方法であって、前記ランナウトテーブル上の安定通板中の熱延鋼帯上に落下することなく当該熱延鋼帯の存在領域上空から熱延鋼帯幅方向側端部上空を通過し、熱延鋼帯の未存在領域上空に到達するような流体噴流を噴射し、通板中に前記熱延鋼帯に不安定現象が発生したとき当該不安定現象を抑制・解消する圧延鋼帯の製造方法である。

【0030】

この圧延鋼帯の製造方法においても、前記(1)と同様な作用効果を奏するものである。

【0031】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0032】

図1は本発明に係る圧延鋼帯の製造装置の一実施の形態を示す側面図及び上面図である。

【0033】

この圧延鋼帯の製造装置は、ユーザの要望する板厚の薄い熱間圧延鋼帯（以下、熱延鋼帯と呼ぶ）1を圧延し製造する圧延機群の一部である仕上圧延機の最終スタンド2と、この最終スタンド2により製造される薄い熱延鋼帯1を搬送する複数のテーブルロールが配列されたランナウトテーブル3と、このランナウトテーブル3上を通板してくる熱延鋼帯1を巻き取るコイラー4と、ランナウトテーブル3上を通板する熱延鋼帯上空及び熱延鋼帯幅方向端部を通過し、熱延鋼帯の未存在領域上空に通るように液体、気体等の流体噴流5を噴射する1個以上の噴射装置としてのノズル装置6と、各ノズル装置6に対して流体を供給するための流体供給系7と、ノズル装置6から噴射される流体流量その他の所要とする制御例えば流体噴流の圧力等を統括的に制御する制御装置8とにより構成されている。

【0034】

この圧延鋼帯の製造装置では、仕上圧延機の最終スタンド2により所要の薄い熱延鋼帯1が製造され、この製造された熱延鋼帯1は、ランナウトテーブル3上の通板時に温度管理のもとに所定の温度まで冷却され、ランナウトテーブル3上を通板した後にコイラー4によりコイル状に巻き取られる構成である。

【0035】

ランナウトテーブル3は、所定長さの通板ラインを形成するために複数のテーブルロールが配列され、テーブル両サイド側にはガイド（図示せず）が設けられている。

【0036】

前記コイラー4は、例えばテーブルロール3上を通板されてくる熱延鋼帯1を挟み込んで取込むピンチロール4aおよびこのピンチロール4aにより取り込んだ熱延鋼帯1を巻き取る巻取ロール4b等から構成されている。

【0037】

前記ノズル装置6は、図1（b）に示すごとく例えば複数個設置され、それぞれランナウトテーブル3の長手方向にそって所定の配置形態で配置されている。そして、このノズル装置6は、後述するように通板する熱延鋼帯1のパスラインから所定の高さ位置となるように設けられている。なお、ノズル装置6は、図1（b）に示すようにランナウトテーブル幅方向両端部近傍に配置されているが、例えばランナウトテーブル3の上空位置に配置する構成であってもよい。

【0038】

複数のノズル装置6は、例えば図1（b）に示すごとくランナウトテーブル3の長手方向にそって千鳥状に配置されているが、その他の配置形態としては、例えばランナウトテーブル3の幅方向両側に対をなす対称配置とか、或いはランナウトテーブル3の片側または両側の長手方向、或いはランナウトテーブル3の上空長手方向に直線状に配置する構成でもよい。

【0039】

すなわち、ノズル装置6は、少なくとも1個以上配置するものとし、そのノズル装置6の個数によって配置形態が異なる。例えば1個のノズル装置6を配置する場合、ランナウトテーブル3上を通板する熱延鋼帯1にバウンドやループの発

生しやすい個所が経験的または実験的に把握されている場合に限り、ノズル装置 6 から噴射される流体噴流が前述する不安定現象の発生しやすい個所の上空を通過するように 1 個だけ配置する。一方、複数のノズル装置 6 を配置する場合、千鳥状配置、対称配置、直線配置の何れか一つ、もしくはそれらのうち幾つかを組み合わせた形態を採用するが、何れの配置を採用するかはランナウトテーブル設備仕様、環境、通板速度、設備予算等を考慮し決定する。

【0040】

なお、ノズル装置 6 の設置個数、ノズル装置 6 の噴射方向等は、基本的には各ノズル装置 6 から噴射される流体噴流群の最終的な合力方向が熱延鋼帯 1 の通板方向と略一致するように決定されるものとする。

【0041】

次に、各配置形態について説明する。

【0042】

* 千鳥状配置：図 1 (b) に示すごとく標準的な配置形態であり、ランナウトテーブル幅方向両端部で、かつ、ランナウトテーブル長手方向にそって交互に配置する形態である（非対称）。ランナウトテーブル長手方向全体から見れば、流体噴流群の最終合力の方向は熱延鋼帯通板方向と一致する。千鳥状配置は、ノズル装置 6 の設置個数が対象配置と同じ場合、ノズル配置ピッチを $1/2$ にすることができるので、熱延鋼帯上空における流体噴流効果領域密度（流体噴流効果領域面積／熱延鋼帯上空面積）を高めることができ、その結果、流体噴流群とランナウトテーブル上の熱延鋼帯全体の関係から不安定現象をより確実に抑制・解消することが可能である。また、一般に対象配置の場合と比較してノズル装置 6 の設置個数を減ずることができ、ひいては制御系を含む設備全体の簡便化および節減化に貢献することができる。

【0043】

* 対称配置：図 1 (b) に示す破線枠「9」で表わす配置形態であって、例えばランナウトテーブル 3 の最上流側のテーブルロールの両端部に対をなすように対称に配置されるものであり、各一对ごとの噴流の合力、流体噴流群の最終合力は熱延鋼帯通板方向と一致する。ノズル数が千鳥状配置、直線配置と同じ場合

、ノズル配置ピッチは2倍になる。

【0044】

* 直線配置: 図1 (b) に示す破線枠「10」で表わす配置形態であって、ランナウトテーブル上空もしくはランナウトテーブル幅方向端部片側に所要の間隔をもって直線状に連続配置し、通板方向中心線からの直線の傾きは問わない(対称もしくは非対称)。ランナウトテーブル幅方向片側のみ配置した場合は、ランナウトテーブル長手方向全体から見ると、流体噴流の最終合力の方向は熱延鋼帯通板方向と一致しない。つまり、ランナウトテーブル幅方向の力学的不均衡は残ることになる。しかし、その力学的不均衡が熱延鋼帯の通板に悪影響を与えない範囲内であれば問題がない。

【0045】

また、予めランナウトテーブル幅方向両端部に所定の間隔で多数のノズル装置6が配置されている場合、制御装置8から任意選択的に選択指示を出力し、千鳥状配置、対称配置、直線配置とする構成としても良い。

【0046】

前記流体供給系7は、気体、液体またはこれら混合流体等の流体噴流の圧力を上昇させつつ圧送するポンプ11と、このポンプ11から吐出される流体の流量を調整する流量調整弁12と、制御装置8からの指示を受けて開・閉し、開時にノズル装置6から流体噴流5を噴射させる動作弁13と、例えば熱延鋼帯の種類などに応じてノズル装置6の角度を調整するアクチュエータなどの角度調整機構14とによって構成されている。

【0047】

さらに、本発明に係わる圧延鋼帯の製造装置の一実施の形態である図1の構成について詳細に説明する。

【0048】

(1) ランナウトテーブル幅方向両側のノズル装置配置間隔について。

【0049】

一般に、複数個のノズル装置6を配置する場合、当該ランナウトテーブル幅方向両端部に配置されるノズル装置6の配置間隔 d_N は、図2 (a) に示すごとく

テーブルロール長 d_T 程度もしくはそれ以下に設置するのが望ましい。すなわち、ノズル装置 6 の幅方向設置間隔 d_N は、

$$0 \leq d_N \leq d_T$$

なる関係が成立する範囲に設定することが望ましい。なお、 $d_N = 0$ とはノズル装置 6 がランナウトテーブル長手（搬送ライン）方向に直線状に配置されることを意味する。但し、構造制約から生じる余分長さ δ_T を考慮して、 $0 \leq d_N \leq d_T + \delta_T$ となる場合もある。

【0050】

(2) ノズル装置のノズル設置高さについて。

【0051】

熱延鋼帯 1 のパスラインからのノズル高さ h は次のように設定される。ここで、パスラインとは、熱延鋼帯 1 がランナウトテーブル 3 上を理想的な状態で通過したときに描く通過軌跡、つまり各テーブルロールの円弧頂を接線として滑らかに繋ぎ合わせてなる直線もしくは曲線ラインに相当するものであって、図 2 (b) に示すようにパスラインからのノズル高さ h は、ノズル許容高さを H とすると、 $0 \leq h \leq H$ なる関係を満たすように設定する。

【0052】

このノズル高さ h は、後述するシミュレーションや実験の結果から 150 (mm) が最も好ましいと想定されるが、50 (mm) ~ 450 (mm) 程度の許容高さ H の範囲であれば十分であると考えられる。バウンド、ループ等の不安定現象の抑制・解消プロセスとしては、熱延鋼帯の不安定挙動部が大きく成長した後、その不安定挙動部を衝撃力等によって急激に解消させるものではなく、不安定挙動部が大きく成長する前に略水平噴流により推進力を入力し、その成長を抑制し、かつ滑らかに解消させることが重要である。つまり、ノズル装置 6 のノズル設置高さの重要性は、例えばノズル設置高さが高いほど、当該ノズル装置 6 から噴射する略水平噴流の作用する高さは既に不安定挙動部が大きく成長してしまっており、バウンド、ループ等を効果的に抑制・解消できない状態となるため、ノズル装置 6 としてはパスラインからそれほど高くない位置に設置するという点にあるが、熱延鋼帯の種類や通板速度等の違いにより多少許容高さの範囲が必要で

ある。

【0053】

因みに、熱延鋼帯の頭折れの発生に関して跳ね上がった熱延鋼帯先端部が到達する最大高さ H_{MAX} は多くの場合およそ $H_{MAX} < 500$ (mm) であると想定できるので、ノズル設置高さ $h = 500$ (mm) に設定した場合、バウンドは流体噴流高さに到達しないまま頭折れに至ってしまう場合が多い。従って、ノズル設置高さ h が 500 (mm) の場合にはあまり意味がないと考えられる。 $h = 450$ (mm) では、バウンドがかなり大きく成長している段階であり、流体噴流5は熱延鋼帯のバウンドに作用するが、効果の程度はぎりぎりのところである。一方、ノズル装置5の設置高さが低すぎても高い効果が発揮しにくい。逆説的な表現になるが、流体噴流5が高い抑制・解消効果を発揮させるためには、不安定挙動部は適度に成長しているのが望ましい。

【0054】

従って、ノズル設置高さ h は、熱延鋼帯の種類や通板速度等を考慮すると、 50 (mm) ~ 450 (mm) の許容高さの範囲にあれば、或る程度の効果を期待することができる。さらには、 50 (mm) ~ 400 (mm) の許容高さの範囲とすれば、さらなる効果を期待することができる。さらには、 50 (mm) ~ 350 (mm) の許容高さの範囲とすれば、さらなる効果を期待することができる。さらには、 50 (mm) ~ 300 (mm) の許容高さの範囲とすれば、さらなる効果を期待することができる。さらには、 50 (mm) ~ 250 (mm) の許容高さの範囲とすれば、さらなる効果を期待することができる。さらには、 50 (mm) ~ 200 (mm) の許容高さの範囲とすれば、さらなる効果を期待することができる。そして、最も効果を期待するのであれば、 100 (mm) ~ 200 (mm) の許容高さの範囲内で噴射ノズルを設置し、流体噴射を水平に噴射すればよい。

【0055】

(3) ランナウトテーブル長手方向のノズル装置相互の配置間隔について。

【0056】

ランナウトテーブル長手方向に配置されるノズル装置6相互の配置間隔 (ノズ

ル配置ピッチ) l_N は、流体噴流 5 が熱延鋼帯通板方向へ略水平を維持しながら降下し到達する到達距離 L_{F1} よりも短く、具体的には $0 \leq l_N \leq L_{F1}$ ($l_N = 0$ はノズル装置 6 がランナウトテーブル幅方向に直線状に並ぶことを意味する) 程度の範囲に設定するのが望ましいが、 L_{F1} は、 $L_{F1} \leq 20 \text{ m}$ 程度を想定しておくべきである。また、実際には、テーブルローラの幅方向長さによって異なる(通常、熱間圧延ラインに使用するテーブルローラ幅方向の長さは略決められている)。すなわち、全部のノズル装置 6 を同時に動作させたとき、ランナウトテーブル側方から通板ライン側を見たとき、図 2 (c) に示すように流体噴流 5 が熱延鋼帯通板方向に途切れることなく、かつ、パスライン上空に連続的に存在していることが望ましい。しかし、図 2 (d) に示すようにバウンド 51 の発生から頭折れ 52 に至るまでの距離 L_T 、またループ 53 から腰折れ 54 に至るまでの距離 L_M が想定できるものであれば、 $0 \leq l_N < L_{F1} + L_T$ もしくは $0 \leq l_N < L_{F1} + L_M$ 程度の範囲に設定してもよい。この場合には流体噴流 5 の存在領域は断続的なものとなる。

【0057】

さらに、詳細に考察すると、頭折れが発生する場合、バウンド発生からバウンド部が鉛直状態、すなわち確実に頭折れに至る状態に判断できるまでの距離はシミュレーションによって調べてみると、およそ $\sim 6 \text{ m}$ 程度であると想定され(図 3 参照)、図 2 (d) のように完全に頭折れに至るまでの距離およそ $\sim 10 \text{ m}$ 程度であると想定される。

【0058】

(4) 流体噴流の噴射向きについて。

【0059】

流体噴流 5 の噴射向きは、ランナウトテーブル 3 上空の水平面内では熱延鋼帯 1 の略通板方向であり、また鉛直面内では略水平となるが、具体的にはノズル装置 6 の設置角度は、図 2 (a) に示すように熱延鋼帯通板方向からの角度 α は、 $5^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$ 程度、また図 2 (b) に示すようにノズル高さの水平面からの角度 β は、 $-10^\circ \leq \beta \leq +10^\circ$ 程度の範囲で設定する。その理由は、安定な状態で通板する熱延鋼帯に品質上の影響を与えないために、流体噴流 5 が熱延鋼

帯上空を横切って熱延鋼帯の未存在領域に達することが望ましいためである。これら角度 α 、 β はそれぞれ 0° が理想的であることから、できるだけ $\alpha = 0^\circ$ 、 $\beta = 0^\circ$ に近い条件で設置するのが望ましい。

【0060】

なお、各ノズル装置 6 としては、予め設置角度 α 、 β を設定するが、例えば熱延鋼帯 1 の種類などに応じて角度調整機構 14 などを用いて、前述する関係が成立するような範囲で α 、 β を可変としてもよい。

【0061】

従って、以上のような条件を満たすようにノズル装置 6 を設置する必要があるが、同時に次のような流体噴流の通過軌跡が非常に重要な条件となる。

【0062】

(5) 流体噴流の通過軌跡について。

【0063】

図 4 に示すように、ノズル装置 6 から噴射される流体噴流 5 の通過軌跡 16 は理想的には直線であることが望ましいが、少なくとも熱延鋼帯 1 がランナウトテーブル 3 上を安定に通板しているときに通過する領域軌跡（直方体）17 と交点をもたず、かつ、常に通過軌跡 16 が領域軌跡 17 の上空を通り、熱延鋼帯 1 の未存在領域に達するという条件を満たす必要がある。つまり、ランナウトテーブル 3 上を熱延鋼帯 1 を通板させるに際し、流体噴流 5 は、ランナウトテーブル上空を通過するが、熱延鋼帯通板方向の速度成分を有し、かつ、安定に通板する熱延鋼帯上に落下することなくそのまま熱延鋼帯の存在領域上空および熱延鋼帯幅方向端部（境界線）および熱延鋼帯の未存在領域上空を通過し降下させる必要がある。つまり、流体噴流 5 は、安定に通板する熱延鋼帯 1 に衝突することなく、ひいては鋼帯に何らの影響を与えることなく、その上空を通過させることが条件となる。

【0064】

(6) 噴流速度・形状等（噴流条件）について。

【0065】

今、図 5 に示すように、熱延鋼帯 1 の通板速度と同速度で移動する鉛直板 18

を仮定する。この鉛直板 18 は、その板面の法線ベクトル n の向きが熱延鋼帯通板速度ベクトル V_s の向きと等しいとする。

【0066】

本発明における圧延鋼帯の製造装置ないし製造方法では、流体噴流 5 が鉛直板 18 に衝突する衝突力 F (ベクトル) のうち、法線ベクトル n 方向成分の衝突力 (推進力) F_d の絶対値が非常に重要であり、衝突力 F_d (ベクトル, $F_d = 0$ は、流体噴流 5 の噴流速度の熱延鋼帯通板方向成分が熱延鋼帯通板速度 V_s と等しい場合である) は、

$$|F_d \text{ (ベクトル)}| \leq F \text{ (kgf)}$$

なる関係が成立し、 $F = 45 \text{ (kgf)}$ 程度を満たすように設定することが望ましいが、 $F = 50 \text{ (kgf)}$ であってもよい。また、さらに板厚の薄い熱延鋼帯に発生する不安定挙動をより滑らかに抑制・解消するには、 $F = 40 \text{ (kgf)}$ 程度を満たすように設定することが望ましいが、 $F = 45 \text{ (kgf)}$ であってもよい。また、さらに板厚の薄い熱延鋼帯に発生する不安定挙動をより滑らかに抑制・解消するには、 $F = 35 \text{ (kgf)}$ 程度を満たすように設定することが望ましいが、 $F = 40 \text{ (kgf)}$ であってもよい。また、最も板厚の薄い熱延鋼帯に発生する不安定挙動をより滑らかに抑制・解消するには、 $F = 30 \text{ (kgf)}$ 程度を満たすように設定することが望ましいが、 $F = 35 \text{ (kgf)}$ であってもよい。

【0067】

このような衝突力 F_n を得るためには、ノズル出口断面積、流体圧力、流体噴流の向き (ノズル装置 6 の角度) その他のパラメータを可変し設定する必要がある。また、前述する $|F_n \text{ (ベクトル)}|$ 値はある程度の幅をもつので、熱延鋼帯通板速度 V_s を大きく変更しない限り、その通板速度変更の影響は $|F_n \text{ (ベクトル)}|$ 値の幅の範囲内で吸収することが可能である。このことは、噴流条件の設定を変更せずに、熱延鋼帯通板速度の変更に対応できることを意味する。

【0068】

通常、流体噴流 5 が略水平の状態では熱延鋼帯の不安定挙動部に衝突したとき、流体噴流のもつ運動量すなわち衝突力が作用することになる。流体噴流は熱延鋼

帯通板方向からある角度をなす方向に飛翔しており、そのために衝突力の全成分がバウンド、ループの抑制・解消に寄与しているわけでない。全成分のうち、「熱延鋼帯通板方向成分」のみが寄与しており、これを本発明においては「推進力」と定義する。

【0069】

ところで、今、例えば流体噴流 5 が図 6 に示すように静止中の平板 18a（鉛直板 18 に相当する）に直角に衝突した場合を考えてみる。このとき、流体噴流 5 が平板 18a に与える衝突力の絶対値 $|F$ （ベクトル） $|$ は、

$$|F \text{ (ベクトル)}| = \rho A |v \text{ (ベクトル)}|^2$$

で表わすことができる。なぜならば、図 6 に示す破線の検査面を想定し、これに運動量保存の法則を適用した場合、流れ場の圧力は一定であるので、平板 18a の法線ベクトル方向に、

$$0 - \rho A |v \text{ (ベクトル)}|^2 = -|F \text{ (ベクトル)}|$$

なる関係が成立するためであり、結果的には上式になる。但し、これらの式における ρ は流体密度 (kg/m^3)、 A はノズル出口面積 (m^2)、 $|v \text{ (ベクトル)}|$ は噴流速度の絶対値 (m/s) を意味する。

【0070】

そこで、前記 $|F \text{ (ベクトル)}| = \rho A |v \text{ (ベクトル)}|^2$ に基づき、通板中の熱延鋼帯の不安定挙動部に対する推進力の絶対値 $|F_d \text{ (ベクトル)}|$ を計算すると、

$$|F_d \text{ (ベクトル)}| = \{ \rho A (|v \text{ (ベクトル)}| - |u \text{ (ベクトル)}| \cos \theta)^2 \cos \theta \} \sin^2 \gamma$$

なる式が得られる。 $|u \text{ (ベクトル)}|$ は熱延鋼帯の通板速度の絶対値 (m/s)、 θ は熱延鋼帯通板方向と噴流方向とのなす角度（図示せず）、 γ ：ランナウトテーブル水平面と噴流の作用点周辺面とのなす角度である（図 7 参照）。

【0071】

なお、流体噴流 5 としては、基本的には、図 8 に示すごとく 1 個もしくは 2 個のノズル装置 6 から噴射され、前述する範囲の推進力を不安定挙動部に入力することになる。

【0072】

従って、滑らかに熱延鋼帯の不安定現象を抑制・解消するための動力的観点から、大き過ぎる $|F_d|$ (ベクトル) は問題である。また同時に熱延工場全体から見たときの流体噴流の噴射に要する消費エネルギーは僅かなものであるが、工場エネルギーを効率よく利用するという省エネの観点からも、必要以上に $|F_d|$ (ベクトル) を大きくできない。よって、 $F > 50$ (kgf) でも効果を発揮するが、 $|F_d|$ (ベクトル) は必要最小限の値であって、かつ、確実に効果が発揮できる値であることが望ましい。

【0073】

一方、流体噴流5における n 成分の衝突力 F_n (ベクトル) は、鉛直板18に確実に作用させることが望ましい。よって、流体噴流5はできるだけ遠距離まで拡散せずに同一の断面形状のまま到達することが望ましい。また、噴流5の重力による落下を考慮すると、現実的には噴流速度 V_F は、

$$30 \text{ (m/s)} \leq |V_F| \text{ (ベクトル)}$$

の範囲にあることが望ましく、その速度成分はほぼ水平方向成分のみからなる。

【0074】

また、噴流速度 V_F (ベクトル) の熱延鋼帯通板方向成分 V_{F1} (ベクトル) は、熱延鋼帯1上空通過時、必ず熱延鋼帯通板速度 V_s (ベクトル) の大きさ $|V_s|$ (ベクトル) 以上である必要がある (図9参照)。なぜならば、 $|V_{F1}| < |V_s|$ (ベクトル) の場合、熱延鋼帯1と流体噴流5の相対速度との関係から、後述するように熱延鋼帯1の不安定挙動部に対して推進力として作用すべき流体噴流5が抵抗力として作用し、逆に頭折れ、腰折れ等の原因となる可能性があるためである。

【0075】

また、鉛直板18が流体噴流5の不安定挙動部への作用点周辺面を模擬しているものと想定すれば、流体噴流5が不安定挙動部に対して効果的に作用する、すなわち、流体噴流5の仕事率の観点から考えると、 $3 \cdot |V_s|$ であることが最も望ましい。

【0076】

図10は鉛直板18の移動速度、すなわち熱延鋼帯2の通板速度 V_s （ベクトル）と、流体噴流5の速度 V_F （ベクトル）と、流体噴流5の鉛直板18に対する仕事率 L_F との関係を示している。従って、 $|V_F|$ （ベクトル）が

$$|V_s \text{ (ベクトル)}| \leq |V_F| \text{ (ベクトル)} \quad (\leq 3 \cdot |V_s \text{ (ベクトル)}|)$$

を満たすように V_F （ベクトル）を設定するのがよいが、衝突力に関する条件を満たしていれば、

$$3 \cdot |V_s| \leq |V_F|$$

であっても特に問題はない。すなわち、条件 $|V_s \text{ (ベクトル)}| \leq |V_F| \text{ (ベクトル)}$ を満たしていれば、流体噴流5が熱延鋼帯2の通板に悪影響を与えることはなく、 $|V_F|$ （ベクトル）を大きく設定することにより、 $|V_s \text{ (ベクトル)}|$ も大きくすることが可能である。

【0077】

さらに、噴流速度・形状について要約すれば、流体噴流5に要求される特性は、大きく分けて、バウンド、ループ等の不安定挙動部に対して、所定の推進力を確実に入力すること、またできるだけ遠方まで略水平状態で到達することである。そこで、これらの特性をより効果的に発揮するためには、

A. 流体噴流5の断面積は小さい方が望ましい。

【0078】

なぜならば、噴流断面21が図11（a）または同図（b）のように大きい場合、不安定挙動部22との干渉（衝突）面積23が大きくなり、その効果が一定でなくなるためである。しかし、同図（c）に示すように、流体噴流5の断面積21が小さければ、安定な効果を発揮する。また、常に安定した効果を発揮するためには、流体噴流5が不安定挙動部22に対して図12（a）のごとく連続的であることが望ましい。

【0079】

B. 流体噴流5の周囲表面積は小さい方が望ましい。

【0080】

なぜならば、流体噴流5の周囲表面積は噴流と周囲空気との接触面積であり、周囲表面積が大きくなれば、周囲空気抵抗も大きくなる。その結果、噴流速度の

減衰率が大きくなり、図13に示すように周囲空気25の境界層で噴流5が剥離拡散し、霧状24になりやすくなり、衝突力の低下、つまり熱延鋼帯1に対するエネルギー伝達効率の低下を意味する。この傾向は噴流速度が速くなればなるほど顕著であるが、しかし同時に略水平状態を維持しつつ遠方に到達させるためには噴流速度はある程度高速度でなければならないので、周囲表面積はできるかぎり小さくすることが望ましい。

【0081】

以上要するに、流体噴流5は、熱延鋼帯通板方向の速度成分の大きさが最小でも熱延鋼帯1の通板速度の大きさ以上である必要があり、その噴流の形状は最小断面積、かつ、最小表面積で所定の推進力を達成するのが望ましく、その為には連続棒状、かつ、円形断面（ノズル出口形状と一致する）であることが望ましい。

【0082】

次に、流体噴流5の噴射条件の設定について説明する。熱延鋼帯1先端が最終スタンド2を通過してランナウトテーブル3上に突入する時刻を T_R とし、また、熱延鋼帯1先端部がコイラー4で巻き取り開始され、当該熱延鋼帯1がランナウトテーブル上に所要の張力で張られる時刻を T_M とする。

【0083】

一般に、流体噴流5が噴射されている動作時刻 T_F は、

$$T_R \leq T_F (\leq T_M)$$

の関係を満たすことが望ましい。ノズル装置6の動作方法は、 T_R 以降、熱延鋼帯1先端部の通過に合わせて、最終スタンド2に一番近いノズル装置6から順次動作させてもよいが、全てのノズル装置6を同時に動作させるのが最も簡便であり、かつ、その効果の面からも確実である。特に、本発明装置においては、流体噴流が熱延鋼帯の上空を通過し、鋼帯未存在領域に到達し、熱延鋼帯の品質に影響を与えないので、有効な手段となり得る。

【0084】

しかし、バウンドの抑制・解消のみを目的とする場合、熱延鋼帯1先端部の通過に合わせて最終スタンド2に一番近いノズル装置6から順次動作させ、かつ、

その通過直後に流体噴流 5 を順次停止させてもよく、これによりポンプ 11 の容量を小さくすることが可能である。また、その他、目的、通板状況に合わせてポンプ 11、流量調整弁 12、動作弁 13 を可変的に制御する構成であってもよい。

【0085】

従って、本発明における熱延鋼帯の製造装置においては、図 14 に示すように制御装置 8 が各構成要素であるポンプ 11、流量調整弁 12、角度調整機構 14 を上述する望ましい条件に設定した後、動作弁 13 を開弁制御し、ノズル装置 6 より流体噴流 5 を噴射する。すなわち、ノズル装置 6 は、ランナウトテーブル 3 上の任意長もしくは全長にわたってその上空に流体噴流 5 を噴射し、ランナウトテーブル 3 上空に最終的な合力として略熱延鋼帯通板方向に向いた略水平の力学的作用線を発生させ、熱延鋼帯に発生するバウンド、ループ等の不安定挙動部が大きく成長する前に当該不安定挙動部分にのみ作用させる。その結果、略熱延鋼帯通板方向に略水平の衝突力、すなわち推進力を与え、不安定現象の成長を抑制・解消することになる。

【0086】

次に、略熱延鋼帯通板方向に向いた略水平な流体噴流 5 の力学的作用線が熱延鋼帯の不安定現象に対して抑制・解消する過程について図 15 および図 16 を参照して説明する。

【0087】

ノズル装置 6 からバウンドが大きく成長する前に力学的作用線となる流体噴流 5 を略水平に噴射する。一方、徐々にバウンドが成長し高くなると、水平の流体噴流 5 と交叉する（図 15 (a) 参照）。このとき、流体噴流 5 によりバウンドの頂点近くの衝突点 31 に略水平方向の噴流推進力が作用する。その結果、同図 (b) に示すように噴流がバウンドに当たると前方に押し出され、その鋼帯先端ピーク位置は下降、すなわちバウンドの成長は抑制され、最終的には同図 (c) に示すように解消し、安定通板状態に入る。この推進力は、略水平方向に作用するために、熱延鋼帯をランナウトテーブル 3 構成するテーブルロール間に押し込むことなく、確実、かつ、安定した状態でバウンドを抑制・解消させることが可

能となる。しかも、従来のように不安定挙動部と噴流との相対位置関係により、その効果が変動するということなく、定常的な効果を発揮する。

【0088】

また、ループについては、同じくノズル装置6からループが大きく成長する前に力学的作用線となる流体噴流5を噴射すると、噴流5が成長してくるループと交差し（図16a参照）、この噴流によりループの頂上近くの衝突点31に略水平方向の推進力が作用する。その結果、同図（b）に示すようにループが前方に押し出され、そのループ頂上部位置は下降、すなわちループの成長は抑制され、同図（c）に示すように最終的には解消し、安定通板状態に至る。この推進力は、略水平方向に作用するために、熱延鋼帯を、ランナウトテーブル3を構成するテーブルロール間に押し込むことなく、確実、かつ、安定した状態でループを抑制し、解消させることが可能となる。しかも、従来のように不安定挙動部流体噴流との相対位置関係により、その効果が変動することもなく、定常的な効果を発揮する。

【0089】

しかも、ノズル装置6から以上のような望ましい条件のもとに噴射する流体噴流5は、熱延鋼帯先端がコイラー4に巻き取られるまでの間、ランナウトテーブル3上の任意長、もしくは全長にわたって熱延鋼帯の品質に影響を与えることなく定常的に実現できる。従って、熱延鋼帯に発生した不安定現象は大きく成長する前に抑制・解消され、熱延鋼帯の安定通板が確実に達成でき、しかも噴射された流体噴流は熱延鋼帯表面に落下せずに鋼帯未存在領域まで略水平方向を維持しながら到達するため、鋼帯の特定領域を極端に冷却するといった品質変化をもたらすことなく、均一の品質をもつ熱延鋼帯を製造することが可能となる。

【0090】

前述する構成要件の特定のために計算機シミュレーションを多く活用した。よって、次に実際に熱延鋼帯1をランナウトテーブル上を通板させた場合のシミュレーションについて説明する。

【0091】

このシミュレーションは、マルチボディダイナミクス（Multibody-Dynamics

:多体系の動力学)を用いて、熱延鋼帯1がランナウトテーブル3上を通板させることにより行った。

【0092】

このシミュレーションの目的とするところは、

① 本発明装置の実機化(もしくは実機試験)を行う前に、コンピュータ上において実機で起こり得るであろう通板状況をシミュレートすることにより、実機化の際の不具合発生リスクを回避し、また実機化コストの低減化に役立てることにある。

【0093】

② 様々な通板状況をシミュレートすることにより、本発明装置の設計パラメータ(流体噴流高さ、流体噴流推進力、ノズル配置ピッチ等)を最適化し、最大限に通板安定化能力を高めることにある。

【0094】

なお、シミュレーション条件としては、

*ランナウトテーブル…既存のランナウトテーブルデータをインプット

*通板速度(仕上圧延機最終スタンドの圧延速度)…690m/分

*熱延鋼帯板幅…650mm

*熱延鋼帯板厚…1.2mm

*通板方向板長…100mm(先端1mの通板解析を想定)

*シミュレーション区間…最終スタンド通過35mまでと設定した。

【0095】

本発明装置を用いて、成長するバウンドの抑制・解消、すなわち頭折れ防止効果を最大化するために、ノズル装置6によるパスラインからの噴流噴射高さ、噴流推進力の様々な組み合わせのシミュレーションを試みた。そのシミュレーションパターン例は70にも及ぶが、ここでは数例だけ紹介することにする。

【0096】

図17は噴流高さ50mm、噴流推進力100N=10.2kgf \div 10kgfに固定した場合の熱延鋼帯先端部の通過軌跡を表わすものであって、断続的にバウンドの成長、噴流による抑制、解消を繰り返すが、これは1つの安定状態で

あり、つまり噴流が通板安定化効果を發揮している。

【0097】

図18は流体噴流高さ50 (mm) において、流体噴流推進力100、500、1000 (N) とした場合の3通りの熱延鋼帯先端部の通過軌跡を表わすものである。また、図18には全部を表示していないものの、実際には流体噴流推進力100～1000 (N) において100 (N) 刻みで変化させた10通りのシミュレーションを行っている。その結果、流体噴流推進力が強すぎるにより流体噴流が頭折れ発生の直接的な原因となった噴流推進力のうち最低のもの、すなわち「頭折れ発生最低推進力」は400 (N) であることがわかった。噴流推進力の大きさによる通過軌跡の変化の度合いがかなり大きい。

【0098】

図19は流体噴流高さ100 (mm) において、流体噴流推進力100、500、1000 (N) とした場合の3通りの熱延鋼帯先端部の通過軌跡を表わすものである。また、図19には全部を表示していないものの、実際には流体噴流推進力100～1000 (N) において100 (N) 刻みで変化させた10通りのシミュレーションを行っている。その結果、流体噴流推進力が強すぎるにより流体噴流が頭折れ発生の直接的な原因となった噴流推進力のうち最低のもの、すなわち「頭折れ発生最低推進力」は500 (N) であることがわかった。噴流推進力の大きさによる通過軌跡の変化の度合いがかなり大きい。

【0099】

さらに、流体噴流高さおよび流体噴流推進力を種々変化させながらシミュレーションを行ったが、ここでは省略する。

【0100】

これらのシミュレーション結果からバウンド（頭折れ）、ループ（腰折れ）は、熱延鋼帯の通板速度が高いほど、板幅が狭いほど、板厚が薄いほど発生しやすいことが分った。また、前述する頭折れ発生最低推進力は、噴流推進力がただ強ければ良いというだけでなく、逆に強すぎると熱延鋼帯先端部を強く叩いてしまい、叩かれた先端部はテーブルロールでまた跳ね上がり、結局、頭折れを発生させてしまう場合もある。つまり、頭割れ発生最低推進力以上の推進力を適用した

場合、仮に今回のシュミレーションにおいては頭折れが発生していないとしても、実際には逆に頭折れ発生原因となってしまう可能性を高く含んでいることになる。よって、実際には、この頭折れ発生最低推進力以下の範囲で実機化していくことが望ましく、重要な実機設計指針の1つとなる。具体的には、頭折れ発生最低推進力＝400Nであれば、実機における噴流推進力は400Nより小さい範囲で設定すべきである。

【0101】

その他、本発明は、上記実施の形態に限定されるものでなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施できる。また、各実施の形態は可能な限り組み合わせる。さらに、上記各実施の形態には種々の上位、下位段階の発明が含まれており、開示された複数の構成要素の適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば実施の形態に示される全構成要件から幾つかの構成要件が省略されることで発明が抽出された場合には、その抽出された発明を実施する場合には省略部分が周知慣用技術で適宜補われるものである。

【0102】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、ランナウトテーブル上を通板する熱延鋼帯上空および熱延鋼帯幅方向端部上空を通して鋼帯未存在領域に届くように流体噴流を噴射することにより、熱延鋼帯の不安定現象の成長を抑制・解消でき、熱延鋼帯の安定通板を実現できる圧延鋼帯の製造装置およびその製造方法を提供できる。

【0103】

また、本発明は、いったん噴射装置の動作アルゴリズムを設定してしまえば、複雑な検知・制御系を備える必要がなくなり、また、ランナウトテーブル上を通板する熱延鋼帯上空および熱延鋼帯幅方向端部上空を通して鋼帯未存在領域に届くように流体噴流を噴射することにより、熱延鋼帯に対して流体噴流の影響を与えることなく、不安定現象の成長を抑制・解消でき、熱延鋼帯の安定通板を確保する圧延鋼帯の製造装置およびその製造方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係わる圧延鋼帯の製造装置の一実施の形態を示す側面図および上面図。

【図 2】 ランナウトテーブルの長手方向にそって配置するノズル装置の間隔、流体噴流の噴射距離等を説明する図。

【図 3】 バウンド発生から頭折れに至る距離を説明する図。

【図 4】 流体噴流の通過軌跡と熱延鋼帯の通過領域軌跡の関係を説明する図。

【図 5】 仮定的に鉛直板に流体噴流を衝突させたときの衝突力を説明する図。

【図 6】 静止平板に流体噴流を衝突させたときの衝突力の絶対値を説明する図。

【図 7】 通板中の熱延鋼帯の不安定挙動部に対する推進力の絶対値を計算するための図。

【図 8】 通板中の熱延鋼帯の不安定挙動部に対する噴流の本数を説明する図。

【図 9】 流体噴流速度に対する各成分速度ベクトル値を説明する図。

【図 10】 熱延鋼帯の通板速度と流体噴流速度と流体噴流の鉛直板に対する仕事率との関係を説明する図。

【図 11】 流体噴流断面と不安定挙動部の干渉範囲との関係を説明する図。

【図 12】 流体噴流の連続性の有効性を説明する図。

【図 13】 流体噴流の表面積が大きい場合の剥離拡散による霧状化現象を説明する図。

【図 14】 制御装置による動作時間・動作アルゴリズムを説明する図。

【図 15】 流体噴流とバウンドの抑制・解消との関係を説明する図。

【図 16】 流体噴流とループの抑制・解消との関係を説明する図。

【図 17】 流体噴流高さと流体噴流の推進力との関係における熱延鋼帯の先端位置の変化状態を示すシミュレーション図。

【図 18】 流体噴流高さと流体噴流推進力との関係における熱延鋼帯の先端位置の変化状態を示すシミュレーション図。

【図 19】 流体噴流高さと流体噴流推進力との関係における熱延鋼帯の先端位置の変化状態を示すシミュレーション図。

【図 20】 従来における熱延鋼帯に発生するバウンド、ループから頭折れ、腰折れに成長する関係を説明する図。

【図 21】 斜め流体噴流における鋼帯先端部の影響を説明する図。

【図 22】 斜め流体噴流位置とバウンドとの関係を説明する図。

【図 23】 流体噴流入力領域と噴流の非入力領域における安定通板の影響を説明する図。

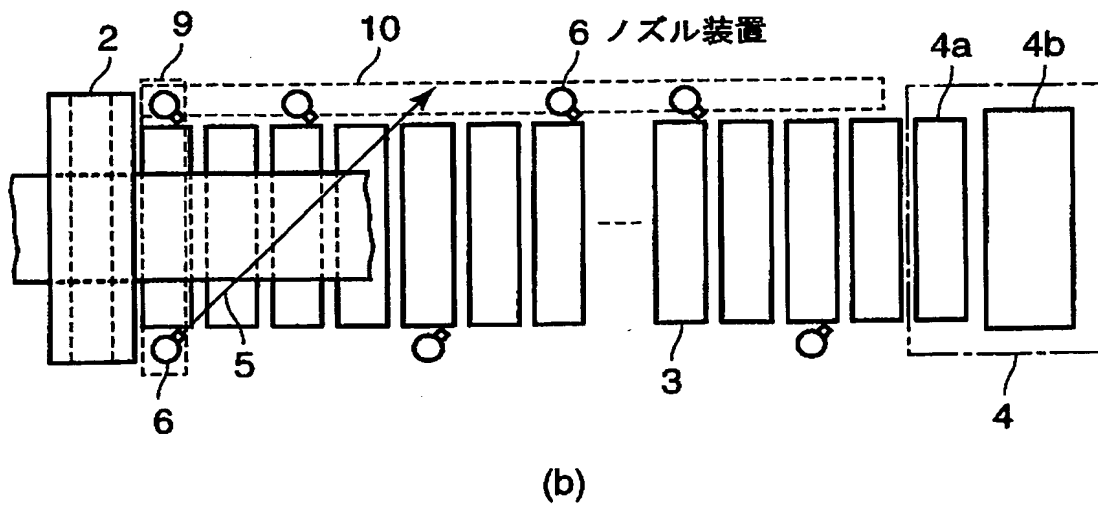
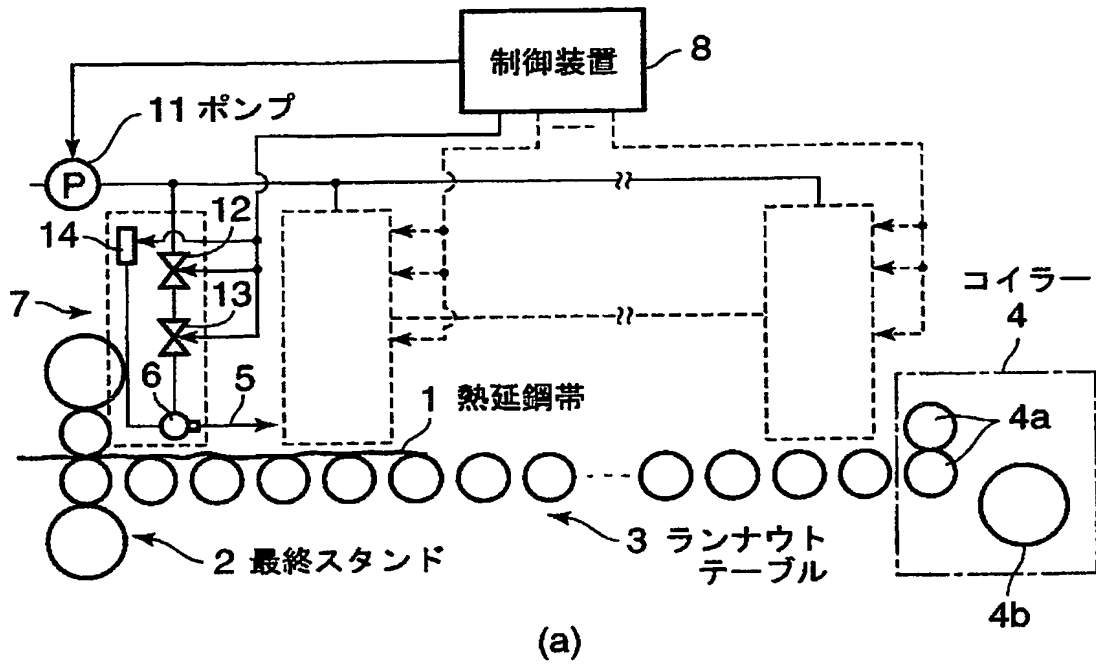
【符号の説明】

- 1…熱延鋼帯
- 2…仕上圧延機の最終スタンド
- 3…ランナウトテーブル
- 4…コイラー
- 5…流体噴流
- 6…ノズル装置
- 7…流体供給系
- 8…制御装置
- 11…ポンプ
- 12…流量調整弁
- 13…動作弁
- 14…角度調整機構

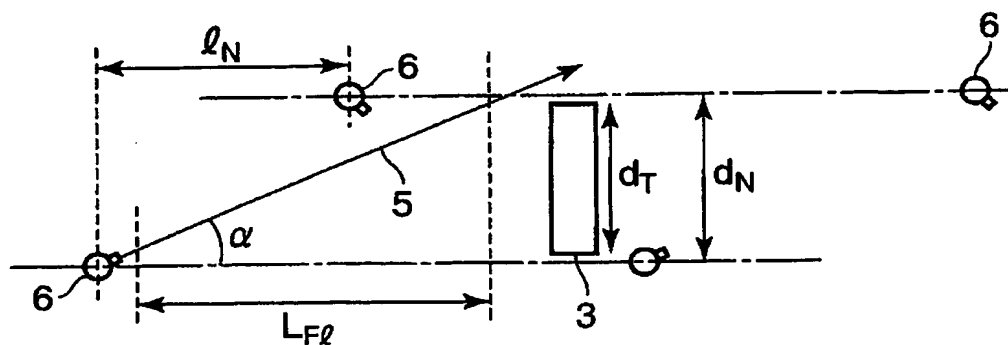
【書類名】

図面

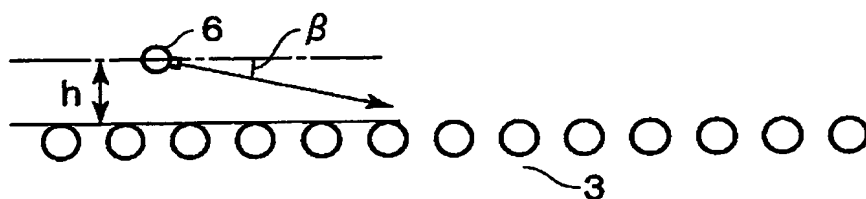
【図 1】



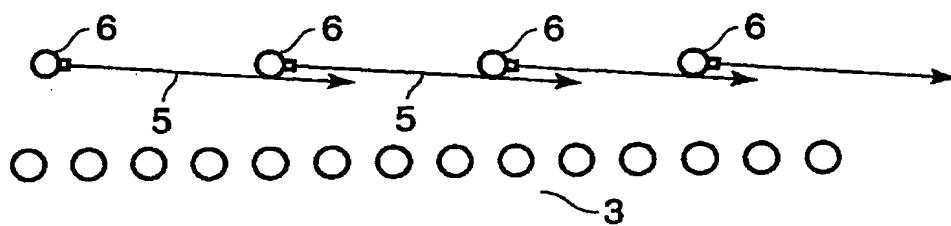
【図 2】



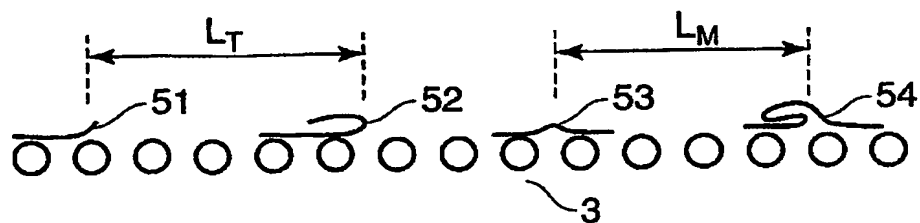
(a)



(b)

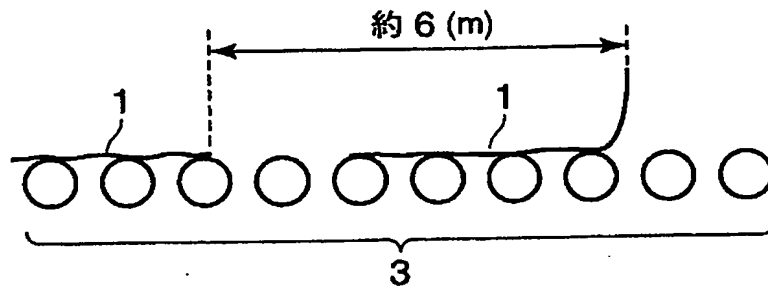


(c)

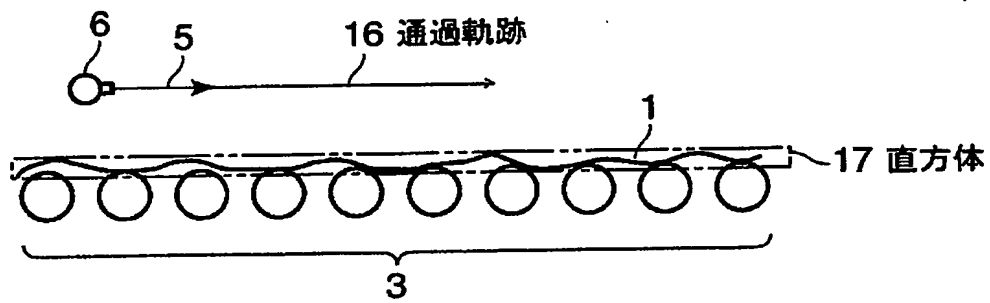


(d)

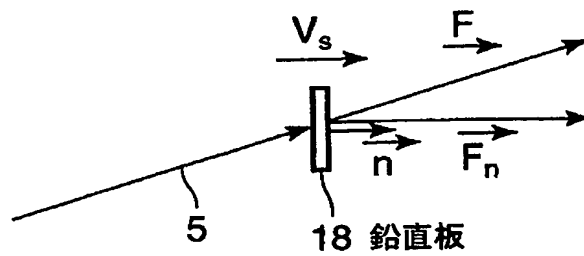
【図 3】



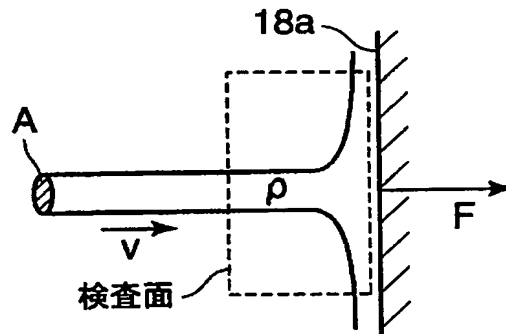
【図 4】



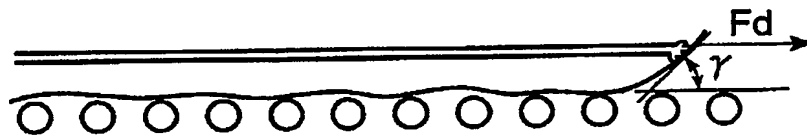
【図 5】



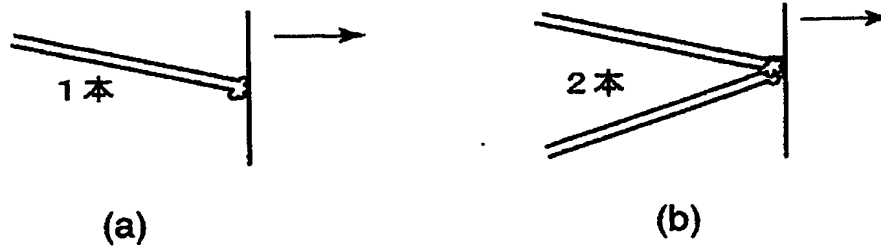
【図 6】



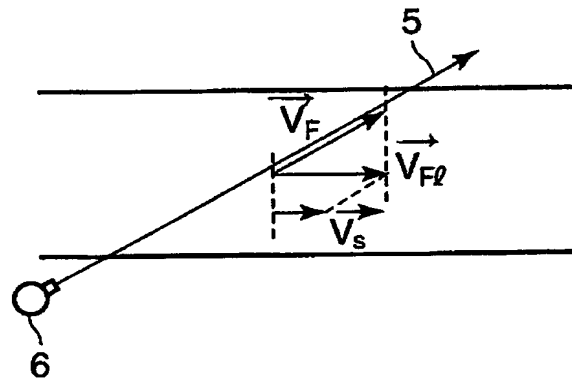
【図 7】



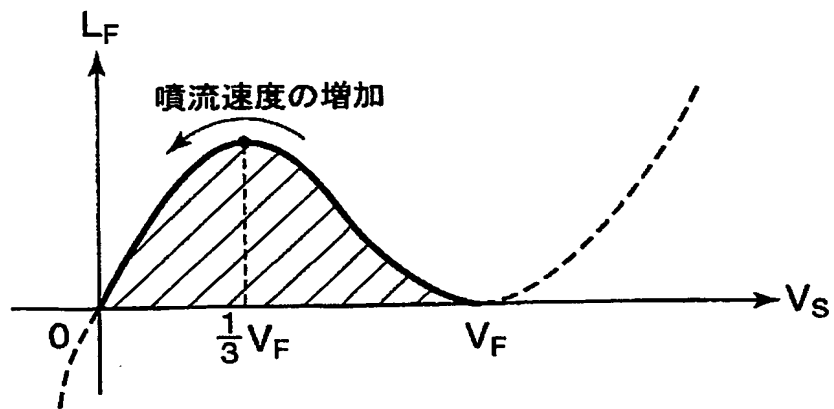
【図 8】



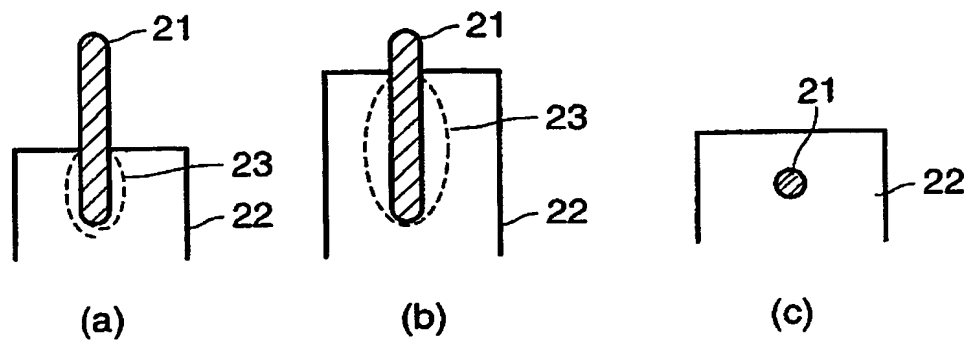
【図 9】



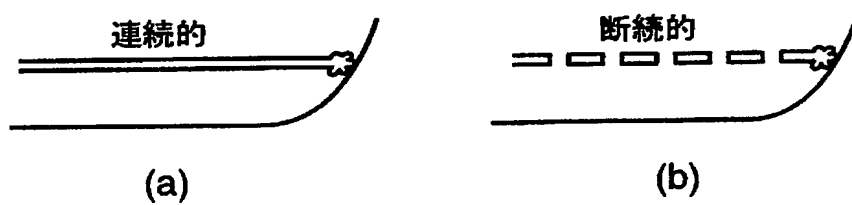
【図 10】



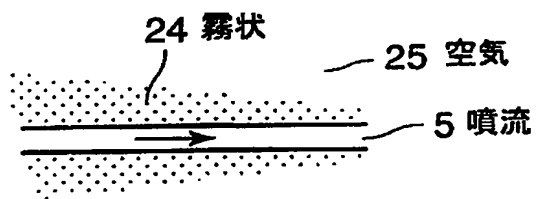
【図 1 1】



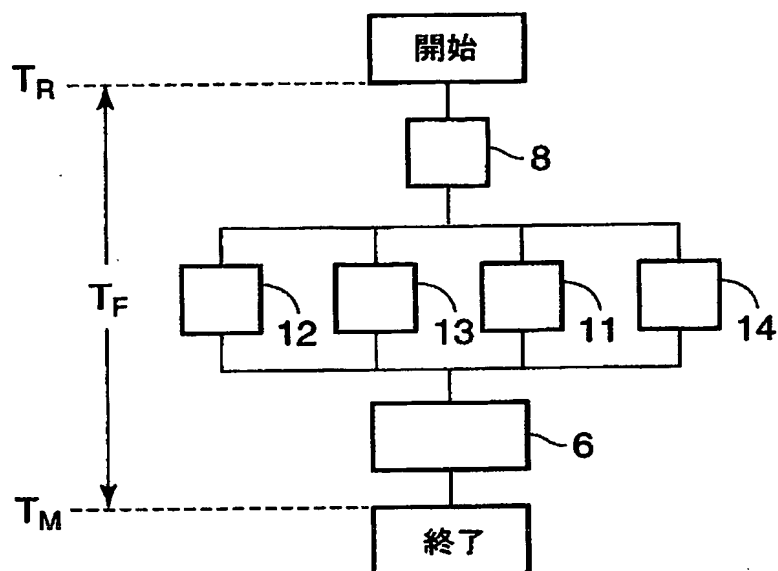
【図 1 2】



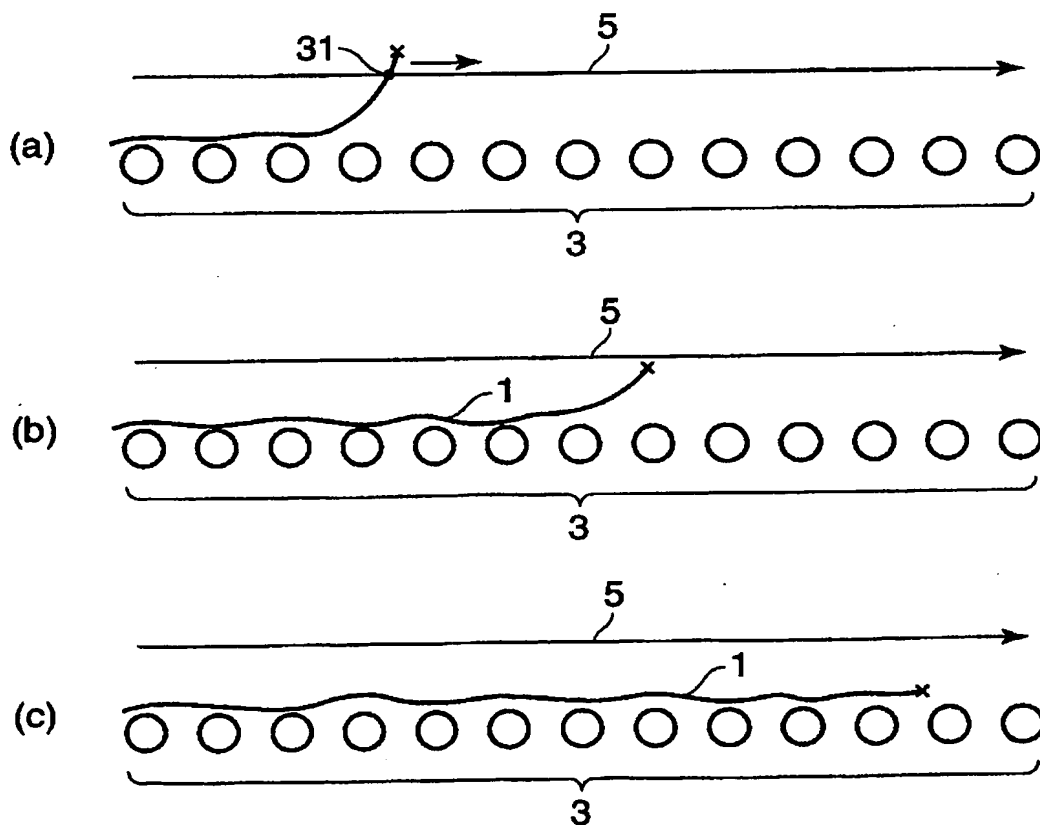
【図 1 3】



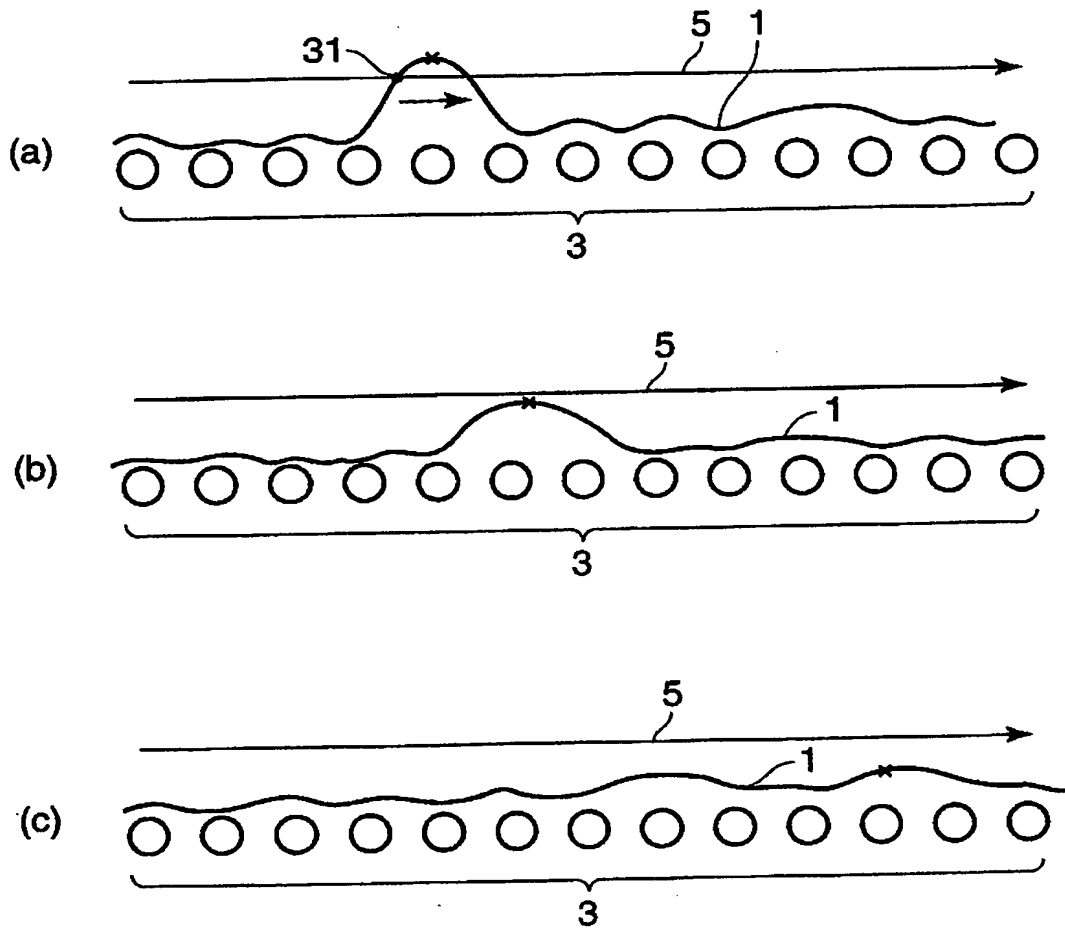
【図 14】



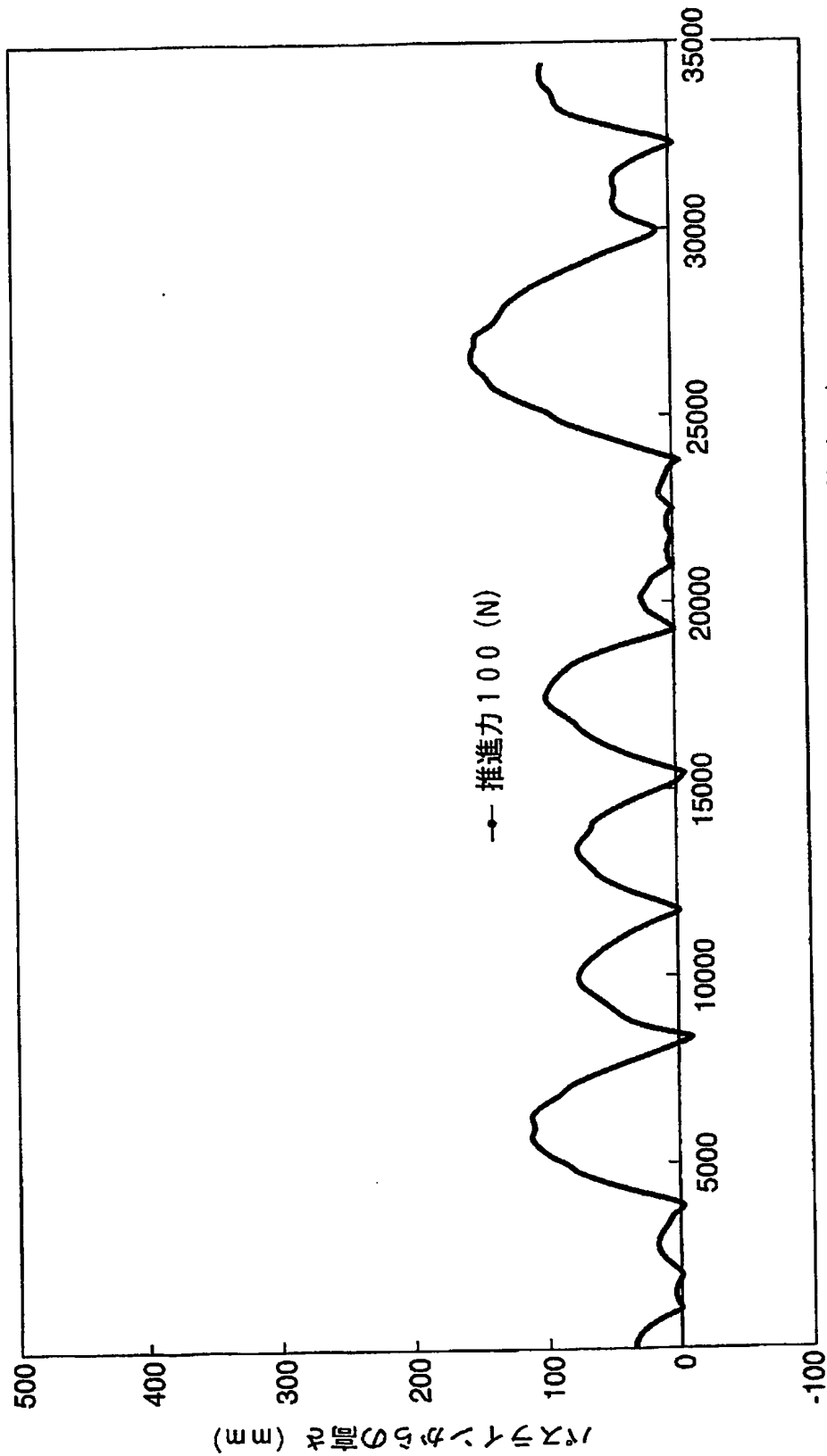
【図 15】



【図 16】

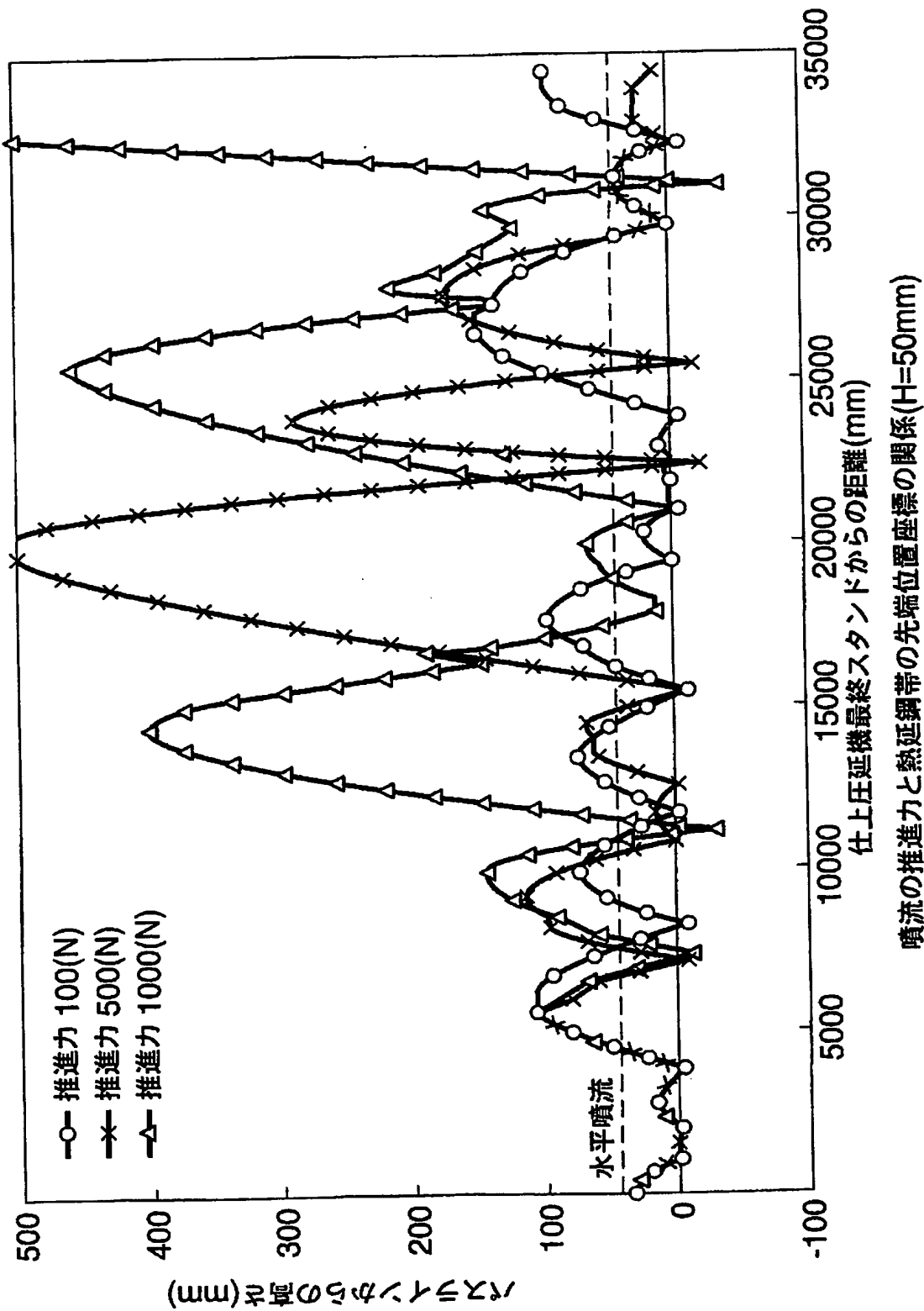


【図 17】



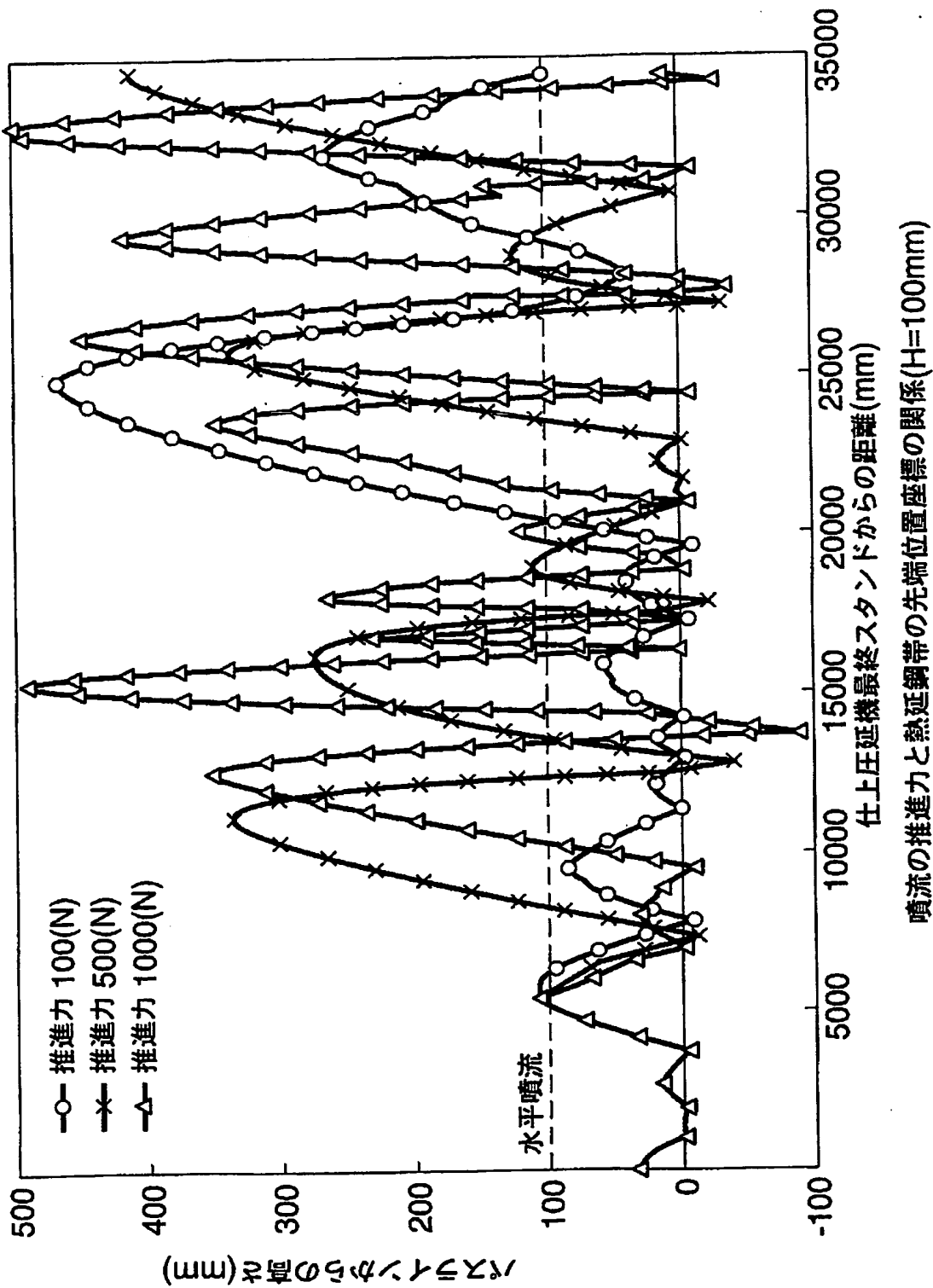
噴流の推進力と熱延鋼帯の先端位置座標の関係 (H=50 mm)

【図 18】

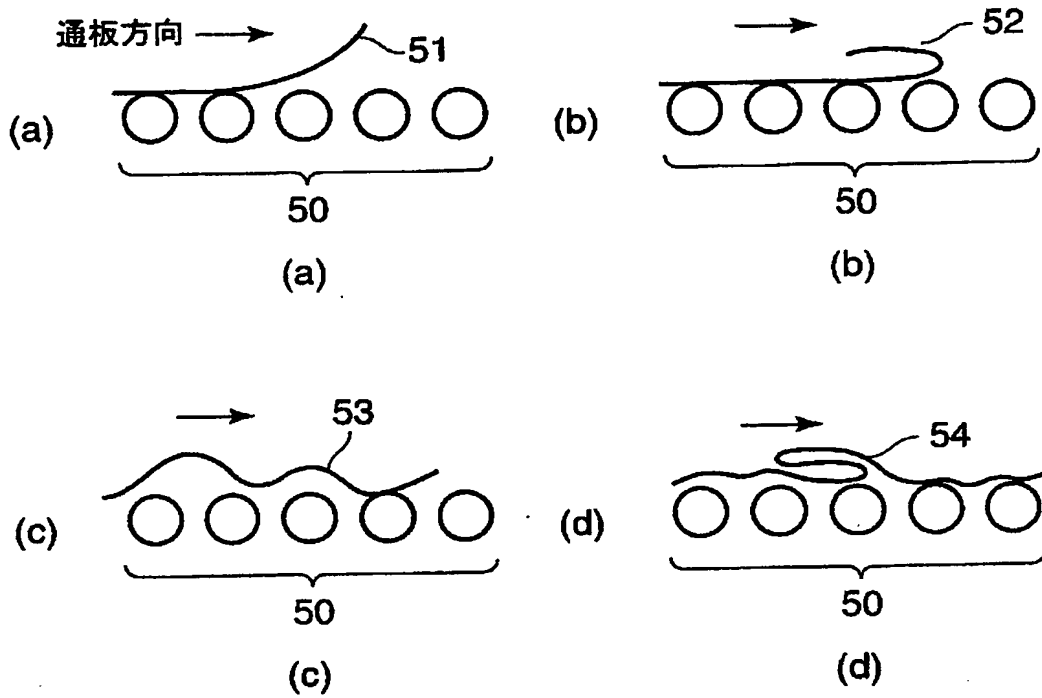


噴流の推進力と熱延鋼帯の先端位置座標の関係(H=50mm)

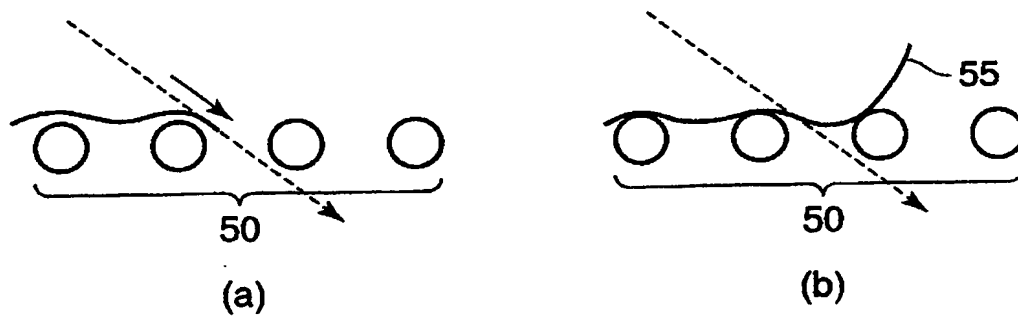
【図19】



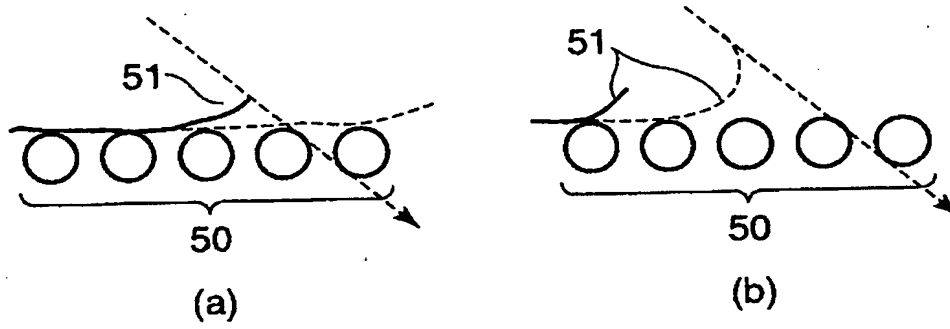
【図 20】



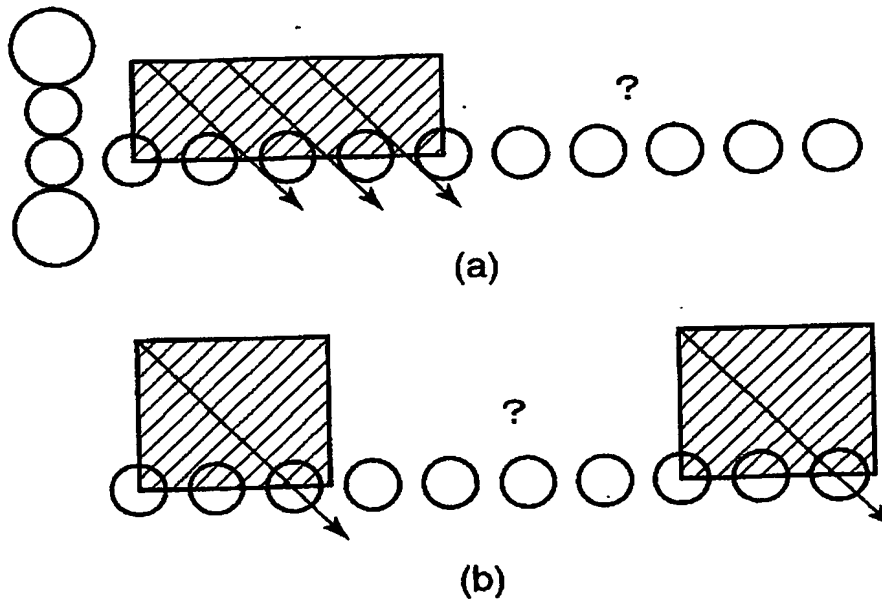
【図 21】



【図 2 2】



【図 2 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 熱延鋼帯の通板の安定性を確保することにある。

【解決手段】 熱間圧延機 2 により圧延し製造される熱延鋼帯 1 をランナウトテーブル 3 上を通板させる圧延ラインであって、ランナウトテーブルの長手方向にそって所定の形態で 1 個以上の噴射装置 6 を配置し、の配置された噴射装置から、前記ランナウトテーブルを安定通板中の熱延鋼帯上に落下することなく当該熱延鋼帯の存在領域上空及び熱延鋼帯幅方向側端部を通過し、熱延鋼帯の未存在領域上空に通るような流体噴流を噴射し、通板中に前記熱延鋼帯に不安定現象が発生したとき当該不安定現象を抑制・解消する圧延鋼帯の製造装置である。

【選択図】 図 1

【書類名】 出願人名義変更届（一般承継）

【整理番号】 2002-00422

【あて先】 特許庁長官殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2002-247462

【承継人】

【識別番号】 000001258

【氏名又は名称】 J F E スチール株式会社

【代表者】 数土 文夫

【提出物件の目録】

【物件名】 商業登記簿謄本（J F E スチール） 1

【援用の表示】 特願 2 0 0 3 - 0 9 4 3 8 0

【物件名】 商業登記簿謄本（J F E エンジニアリング） 1

【援用の表示】 特願 2 0 0 3 - 0 9 4 3 8 0

【物件名】 承継証明書 1

【援用の表示】 特願 2 0 0 3 - 0 9 4 3 8 0

【プルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-247462
受付番号	50300797151
書類名	出願人名義変更届 (一般承継)
担当官	田丸 三喜男 9079
作成日	平成15年 6月 3日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年 5月14日
【承継人】	申請人
【識別番号】	000001258
【住所又は居所】	東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
【氏名又は名称】	J F E スチール株式会社

次頁無

特願 2 0 0 2 - 2 4 7 4 6 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 1 2 3]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

氏 名

日本鋼管株式会社

2. 変更年月日

2 0 0 3 年 4 月 1 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

氏 名

J F E エンジニアリング株式会社

特願 2002-247462

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000001258]

1. 変更年月日

1990年 8月13日

[変更理由]

新規登録

住 所

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

氏 名

川崎製鉄株式会社

2. 変更年月日

2003年 4月 1日

[変更理由]

名称変更

住所変更

住 所

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号

氏 名

JFEスチール株式会社